

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Statusbericht der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Stand der Untersuchung zum Unfall des Verkehrsflugzeuges Junkers Ju 52/3m g4e, HB-HOT,

betrieben durch Ju-Air

vom 4. August 2018

1.2 km südwestlich des Piz Segnas, Flims (GR)

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
3003 Bern
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sust.admin.ch

Zweck dieses Statusberichts

Gemäss Artikel 16, Ziffer 7 der in der Schweiz unmittelbar anwendbaren Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG, (V (EU) Nr. 996/2010) veröffentlicht die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) zum Jahrestag des Unfalls einen Bericht, der den Fortgang der Untersuchung beschreibt.

Da ein Teil der notwendigen Untersuchungshandlungen noch nicht abgeschlossen ist, werden im Rahmen dieses Statusberichts keine Teilergebnisse veröffentlicht.

Zusammenfassung

Überblick

Eigentümer	Schweizer Luftwaffe, Postfach 1072, 8600 Dübendorf
Halter	Ju-Air, Verein der Freunde der Schweizerischen Luftwaffe (VFL), Überlandstrasse 271, 8600 Dübendorf
Hersteller	Junkers Flugzeug- und Motorenwerke AG, Deutschland
Luftfahrzeugmuster	Ju 52/3m g4e
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-HOT
Ort	1.2 km südwestlich des Piz Segnas, auf 2480 m/M
Datum und Zeit	4. August 2018, 16:56 Uhr
Betriebsart	Gewerbsmässig
Flugregeln	Sichtflugregeln (Visual Flight Rules – VFR)
Startort	Flugplatz Locarno (LSZL)
Zielort	Flugplatz Dübendorf (LSMD)
Flugphase	Reiseflug

Kurzdarstellung

Am 4. August 2018 um 16:10 Uhr startete das historische Verkehrsflugzeug Junkers Ju 52/3m g4e, eingetragen als HB-HOT und betrieben durch die Ju-Air, vom Flugplatz Locarno zu einem Flug zum Militärflugplatz Dübendorf. Rund 40 Minuten später flog das Flugzeug auf einem nord-nordöstlichen Kurs in den Talkessel südwestlich des Piz Segnas ein. Gegen das nördliche Ende des Talkessels begann es eine Linkskurve, die sich zu einer spiralförmigen Flugbahn gegen unten entwickelte. Wenige Sekunden später kollidierte das Flugzeug annähernd senkrecht mit dem Gelände. Dabei wurden alle Insassen der HB-HOT tödlich verletzt und das Flugzeug zerstört.

Arbeiten an der Unfallstelle

Der Unfall ereignete sich in schwer zugänglichem Gelände und erforderte eine umfassende Sicherung der Unfallstelle bezüglich eines möglichen Brandausbruches und anderer Gefährdungen für die Einsatzkräfte. In Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Graubünden, der Gemeinde Flims, der Feuerwehr, dem Zivilschutz und der Luftwaffe konnten die Flugzeuginsassen geborgen und gleichzeitig spurenkundliche Feststellungen gemacht werden. Als eine Grundlage für die spätere Rekonstruktion des Unfallherganges wurden das Wrack und die Umgebung mittels eines dreidimensionalen Laserscan-Verfahrens erfasst und fotografisch dokumentiert.

Schon bald zeigte sich, dass mehrere Personen den Unfall beobachtet und teilweise gefilmt oder das Flugzeug während des Fluges fotografiert hatten. Da diese Augenzeugen sich an verschiedenen Standorten befunden hatten, konnte der Flugweg im Talkessel südwestlich des Piz Segnas erstmals grundsätzlich erfasst und abgeschätzt werden.

Abschliessend wurde die Unfallstelle vollständig gesäubert und das mit Betriebsstoffen kontaminierte Erdreich abgetragen.

Ausgangslage für die weiteren Abklärungen

Bei den meisten Untersuchungen, die den Unfall eines grösseren Luftfahrzeuges betreffen, stehen kurz nach dem Unfall umfangreiche Daten aus unfallresistenten Flugschreibern zur Verfügung. Damit kann manchmal bereits wenige Tage nach dem Unfall mit hoher Genauigkeit erklärt werden, was geschehen ist. Oft können aus diesen Aufzeichnungen auch bereits erste Schlüsse auf primäre Unfallursachen gezogen und Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit getroffen werden. Anschliessend findet üblicherweise eine eingehende technische Untersuchung des Wracks und eine vertiefte systemische Abklärung des Unfalles statt, die ebenfalls zu Sicherheitsempfehlungen zur Vermeidung ähnlicher Unfälle führen soll.

Das verunfallte, historische Verkehrsflugzeug Junkers Ju 52/3m g4e war mit keinerlei Aufzeichnungsgeräten ausgerüstet. Insbesondere fehlte ein unfallresistenter Flugdatenschreiber (*Flight Data Recorder* – FDR), der bei Zwischenfällen mit Grossflugzeugen üblicherweise unter anderem die Rekonstruktion des Flugweges, eine Bestimmung der Lage des Flugzeuges im Raum und gegenüber der Luftströmung sowie der Geschwindigkeit des Luftfahrzeuges gegenüber dem Boden bzw. der Luft erlaubt. Auch ein unfallresistentes Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät (*Cockpit Voice Recorder* – CVR) war nicht vorhanden. Ein solches Gerät könnte Angaben zu den Gesprächen der Besatzung, der Art ihrer Zusammenarbeit und allenfalls Hinweise auf die Art der Probleme, die schliesslich zum Unfall geführt haben, liefern.

Im vorliegend untersuchten Unfall fehlen alle diese Angaben, so dass sich die Rekonstruktion des Flugweges und des Unfallhergangs äusserst aufwändig gestaltet und langwierig ist.

Aus diesem Grund musste die oben beschriebene Abfolge einer Sicherheitsuntersuchung angepasst werden: Die Abklärungen, die zur Rekonstruktion des eigentlichen Flugweges und des Unfallherganges dienen, wurden umgehend begonnen und dauern immer noch an. Parallel dazu wurde die Untersuchung systemischer Aspekte mit hoher Priorität vorangetrieben. Im Rahmen dieser Abklärung zeigten sich bereits früh gewisse systemische Sicherheitsdefizite. Deshalb entschloss sich die SUST dazu, am 20. November 2018 einen Zwischenbericht mit einer Sicherheitsempfehlung an das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) und einem Sicherheitshinweis an das Flugbetriebsunternehmen zu veröffentlich, damit die Flugsicherheit im Bereich der Technik schon während der Untersuchung verbessert werden kann.

Technische Abklärungen

Aufgrund des hohen Zerstörungsgrades der HB-HOT gestaltete sich die technische Untersuchung ebenfalls aufwändig. Das Fehlen von Aufzeichnungen von Systemzuständen im Flugzeug hat zur Folge, dass in erster Linie spuren- und metallkundliche Untersuchungsmethoden angewandt werden müssen. So wurden noch auf der Unfallstelle unter anderem die gesamten Steuerflächen und deren Anschlussverbindungen kontrolliert. Anschliessend konnten die Wrackteile geborgen, gereinigt, desinfiziert und nach Baugruppen sortiert werden. Das gesamte Tragwerk samt Hilfsflügel sowie deren Ansteuerungen wurde rekonstruiert und auf seinen Zustand und seine Funktion überprüft. Spezifische Bauteile des Tragwerks wurden metallkundlich analysiert und auf Korrosion hin untersucht.

Die Motoren wurden mit einem Trockeneisstrahlverfahren im vorgefundenen Zustand gereinigt und anschliessend komplett demontiert. Dabei wurden die einzelnen Bauteile visuell kontrolliert, identifiziert und dokumentiert. Relevante Bauteile wurden anschliessend vermessen, klassifiziert sowie spuren- und metallkundlich untersucht.

Parallel dazu wurden die technischen Akten der HB-HOT gesichtet und mit dem tatsächlichen Zustand des Flugzeuges verglichen. Dabei war es notwendig, Arbeiten, die während der letzten 40 Jahren am Unfallflugzeug ausgeführt worden waren, vertieft abzuklären. Um die Unterhaltsarbeiten nachvollziehen zu können, werden die mit diesen Arbeiten betrauten Betriebe in Bezug auf ihre Arbeitsprozesse, Infrastruktur und Organisation analysiert.

Menschliche Faktoren

Weil im vorliegend untersuchten Unfall keine Aufzeichnungen eines *Cockpit Voice Recorder* vorliegen, kann die Zusammenarbeit der beiden Piloten während des Unfallfluges nur basierend auf allgemeinen Merkmalen der beiden Personen analysiert werden. Aus diesem Grund wird die Vorgeschichte der Besatzung rekonstruiert, wobei diesbezüglich auch Angaben aus früheren Tätigkeitsgebieten genutzt werden. Daneben wird wie üblich eine Abklärung der unmittelbaren Vorgeschichte, der Flugvorbereitung und des Gesundheitszustandes der Besatzung vorgenommen.

Organisatorische Faktoren in Betrieb und Aufsicht

Um das Unfallgeschehen in einem systemischen Zusammenhang verstehen zu können, ist es unabdingbar, die Betriebsgrundsätze des Unternehmens, die Ausbildung der Besatzungen und die Führungsinstrumente des Flugbetriebs zu analysieren. Auch die Aufsicht über das Unternehmen muss daraufhin untersucht werden, ob sie einen Einfluss auf die Entstehung des Unfalls hatte.

Weil das Flugbetriebsunternehmen seine Flugzeuge bis zum Unfall ohne eine fortlaufende Überwachung der Flugdaten (*Flight Data Monitoring*) einsetzte, mussten für die Untersuchung des tatsächlichen Flugbetriebs ungewöhnliche Wege beschritten werden. So hat sich die SUST in mehreren Aufrufen an die Bevölkerung gewandt und diese gebeten, Foto- und Filmaufnahmen, Flugwegaufzeichnungen und Beschreibungen von früheren Flügen zur Verfügung zu stellen. Diesen Aufrufen wurde mit grosser Hilfsbereitschaft Folge geleistet, so dass heute mehr als 200 Meldungen zum Unfallflug und zu früheren Flügen vorliegen. Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle dankt an dieser Stelle allen Personen, welche die Untersuchung unterstützt haben.

Des Weiteren wurden die Radardaten von 218 Flügen mit Ju-52-Flugzeugen der Ju-Air sichergestellt, die zwischen April 2018 und August 2018 stattgefunden hatten. Dies entspricht in etwa der Hälfte der durchgeführten Flüge in diesem Zeitraum. Diese Radarspuren werden mit den zum Zeitpunkt des Fluges herrschenden Druck- und Temperaturbedingungen korrigiert, daraus die Flugwege rekonstruiert und in Bezug auf die Flugtaktik analysiert.

Zusammen mit dem Qualitäts- und Sicherheitsmanagement des Flugbetriebsunternehmens wird auch die Ausführung und Aufsichtstätigkeit dokumentiert und auf deren Wirksamkeit hin untersucht.

Rekonstruktion des Unfallfluges

Für die Rekonstruktion des Unfallhergangs und des Flugweges können neben den Spuren am Wrack und an der Unfallstelle, Radardaten, Bild- und Videomaterial sowie die am Unfallort gefundenen persönlichen Elektronikkomponenten, wie Digitalkameras der Passagiere, verwendet werden.

Es wurden gesamthaft über 40 Mobiltelefone, Digitalkameras, Speicherkarten und andere Komponenten mit allfälligen Datenspeichern an der Unfallstelle sichergestellt. Die meisten der gefundenen Elektronikkomponenten waren stark beschädigt und konnten nicht direkt ausgelesen werden. Bei einigen der beschädigten Komponenten gelang es durch aufwändige Verfahren, Bild- und Tonaufnahmen des Unfallfluges und des Fluges am Vortag zu gewinnen. Bei der Rekonstruktion der stark beschädigten Komponenten kann die SUST auf die Erfahrung der französischen Sicherheitsuntersuchungsbehörde *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile* (BEA) zurückgreifen, welche die SUST mit grosser Hilfsbereitschaft bei der Aufbereitung und dem Auslesen der an der Unfallstelle sichergestellten Datenträger von Passagieren und Besatzungsmitgliedern unterstützt. Die Rekonstruktionsversuche an einigen der stark beschädigten Einheiten dauern noch an.

Der gesamte Flugverlauf kann gestützt auf die verschiedenen Datenquellen gut rekonstruiert werden, wobei für die letzten Flugminuten folgende, hochpräzise Methode verwendet wird:

Der Talkessel südwestlich des Piz Segnas wurde mit einem dreidimensionalen Laserscan-Verfahren aufgenommen und mit dem dreidimensionalen Geländemodell des Bundesamtes für Landestopografie kombiniert. Von einem Schwesterflugzeug der HB-HOT wurde ein Laserscan aufgenommen und ein dreidimensionales Modell erstellt. Damit können nun Aufnahmen, die vom Boden aus von der verunfallten Maschine im Flug gemacht wurden, bezüglich dem Gelände positioniert und analysiert werden. Auch Aufnahmen aus dem Inneren des Flugzeuges sind mit diesem Modell für die Flugwegbestimmung auswertbar. Das vorhandene Bild- und Filmmaterial sollte es ermöglichen, für die entscheidende Flugphase die Positionen des verunfallten Flugzeuges im Raum, dessen Lagewinkel gegenüber dem Gelände und seine Geschwindigkeit gegenüber dem Boden zu ermitteln.

Parallel dazu werden die Tonspuren aus dem vorhandenen Filmmaterial analysiert. Eine Spektralanalyse der aufgenommenen Geräusche wird es möglicherweise erlauben, die Umdrehungszahlen der Motoren zu bestimmen und Rückschlüsse auf den Zustand der Motoren während des Unfallhergangs zu ziehen. Diese Arbeiten dauern an, wobei die SUST hier ebenfalls durch die französischen Sicherheitsuntersuchungsbehörde BEA unterstützt wird.

Des Weiteren wird das Gewicht des Flugzeuges und die Lage des Massenschwerpunktes ermittelt, um deren Einfluss auf die Flugleistungen bestimmen zu können.

Damit das Flugverhalten und die während der Entstehung des Unfalls herrschenden aerodynamischen Grössen, wie Anstellwinkel und Geschwindigkeit gegenüber der Luft, rekonstruiert werden können, müssen die kleinräumigen Bewegungen der Luftmassen im Talkessel südwestlich des Piz Segnas bekannt sein. Zu diesem Zweck werden die Windströmungen um den Segnaspass unter Verwendung eines feinmaschigen Modells simuliert, wobei die realen Wind- und Temperaturdaten als Randwerte einfliessen. Um die Häufigkeit und das Ausmass der dabei errechneten Effekte validieren und quantifizieren zu können, werden dieses Jahr während einiger Wochen Messungen im Unfallgebiet durchgeführt. Dabei wird eine klassische Wetterstation den Wind, sowie Luftdruck, Temperatur und Feuchte auf der Krete neben dem Segnaspass ermitteln. Ein Lidar[1]-System soll die dreidimensionalen Strömungsverhältnisse im Bereich des Flugweges kurz vor dem Beginn der spiralförmigen Flugbahn erfassen. Der Erfolg dieser Messungen kann aufgrund der technischen wie auch logistischen Herausforderungen nicht garantiert werden. Insbesondere müssen während der hochsommerlichen Messperiode auch Wetterverhältnisse auftreten, die mit der Situation am Unfalltag vergleichbar sind.

Ausblick

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Sicherheitsuntersuchung bereits wichtige Sicherheitsdefizite zu Tage gefördert hat, die zwar nicht direkt mit dem Unfall zusammenhängen, aber im künftigen Betrieb von historischen Luftfahrzeugen behoben werden sollten.

Unter der Voraussetzung, dass die noch ausstehenden Abklärungen wie vorgesehen abgeschlossen werden können, sollte der Schlussbericht zu diesem Unfall nach dem üblichen Qualitätssicherungsprozess im ersten Quartal des kommenden Jahres vorliegen.

Bern, 2. August 2019 — Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

[1] Lidar: *Laser Detection and Ranging* – ein Messsystem, das Laserimpulse aussendet und das aus der Atmosphäre zurückgestreute Licht, in diesem Fall hinsichtlich des Dopplereffekts, auswertet. Hier wird es zur dreidimensionalen Windmessung über dem Standort genutzt.